

Measurement of solar ultraviolet radiation intensity type A and B in Qazvin (2013-14)

SAR. Babaee*

B. Pourarjomand*

A. Ahmadzadeh**

*Qazvin Health Center, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran

**Young Researchers and Elite Club, Maku Branch, Islamic Azad University, Maku, Iran

★Abstract

Background: Solar ultraviolet radiation (UVR) is considered one of the most important biological risk factors in the world. Most health damages from solar ultraviolet radiation at ground level are mainly caused by UVA and UVB spectrums.

Objective: The aim of this study was to Measure the solar ultraviolet radiation intensity type A and B in Qazvin city.

Methods: In this cross-sectional study, the intensity of solar ultraviolet radiation type A and B was measured in Qazvin on years of 2013-14 (during one year) every monthly at three times, in the morning, afternoon and evening by using a UV Radiometer. Data were analyzed using descriptive statistics.

Findings: The maximum average intensity of UVA and UVB rays during the one year with 28.36 ± 1.88 W/m² and 0.156 ± 0.035 W/m² respectively was in Tir month (June 22–July 22) and the minimum average intensity of UVA and UVB rays with 10.36 ± 0.83 W/m² and 0.041 ± 0.010 W/m² respectively was in Dai month (December 22–January 20).

Conclusion: With regards to the results, it is recommended that individuals were less exposed to exposure time with direct sunshine and use appropriate protective measures such as; wear appropriate clothing, sunglasses, and sunscreen.

Keywords: Solar Ultraviolet Radiation, UVA, UVB, Qazvin

Citation: Babaee SAR, Pourarjomand B, Ahmadzadeh A. Measurement of solar ultraviolet radiation intensity type A and B in Qazvin (2013-14). J Qazvin Univ Med Sci. 2016; 20 (3): 33-39.

Corresponding Address: Seyed Alireza Babaee, Qazvin District Health Center, Babaee Martyr Street, Intersection of Teacher Blvd., Qazvin, Iran

Email: s.alireza_babae@yahoo.com

Tel: +98-28-33655036

Received: 29 Sep 2015

Accepted: 9 Apr 2016

اندازه‌گیری شدت پرتوهای فرابنفش خورشیدی نوع A و B در شهر قزوین (۹۳-۱۳۹۲)

سید علیرضا بابایی*

بهروز پورارجمند*

عادل احمدزاده**

* مرکز بهداشت دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران

** باشگاه پژوهش‌گران جوان و نخبگان دانشگاه آزاد اسلامی واحد ماکو، ماکو، ایران

آدرس نویسنده مسؤول: قزوین، خیابان شهید بابایی، تقاطع بلوار معلم، مرکز بهداشت شهرستان قزوین، تلفن ۳۶۵۵۰۳۶-۰۲۸

Email: s.alireza_babae@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۹۵/۱/۲۱

تاریخ دریافت: ۹۴/۷/۷

*چکیده

زمینه: پرتوهای فرابنفش خورشیدی یکی از مهم‌ترین عوامل خطر ساز زیستی محسوب می‌شوند. بیش‌ترین آسیب بهداشتی پرتوهای فرابنفش خورشیدی در سطح زمین به طور عمده از طیف‌های فرابنفش A و B ناشی می‌شوند.

هدف: مطالعه به منظور اندازه‌گیری شدت پرتوهای فرابنفش خورشیدی A و B در شهر قزوین انجام شد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه مقطعی، شدت پرتوهای فرابنفش خورشیدی A و B شهر قزوین در سال ۹۳-۱۳۹۲ (به مدت یک سال) با استفاده از دستگاه پرتوسنج فرابنفش ماهانه در سه نوبت صبح، ظهر و عصر در هر نوبت، ۵ بار اندازه‌گیری و میانگین آن‌ها در نظر گرفته شد. داده‌ها با روش‌های آماری توصیفی تحلیل شدند.

یافته‌ها: بیش‌ترین میانگین شدت پرتوهای فرابنفش A و B در طول سال به ترتیب $28/36 \pm 1/88$ و $0/35 \pm 0/156$ وات بر مترمربع مربوط به تیر ماه و کم‌ترین میانگین شدت این پرتوها به ترتیب $10/36 \pm 0/83$ و $0/41 \pm 0/10$ وات بر مترمربع مربوط به دی ماه بود.

نتیجه‌گیری: با توجه به یافته‌ها، پیشنهاد می‌شود افراد کم‌تر در معرض تابش مستقیم نور آفتاب قرار گیرند و از راهکارهای حفاظتی مناسب نظیر پوشیدن لباس مناسب، عینک آفتابی و کرم ضدآفتاب استفاده کنند.

کلیدواژه‌ها: اشعه فرابنفش خورشیدی، فرابنفش A، فرابنفش B، قزوین

*مقدمه

پرتوهای فرابنفش خورشیدی (Solar Ultraviolet Radiation, UVR) یکی از مهم‌ترین عوامل خطر زیستی در تمام دنیا محسوب می‌شوند.^(۱-۳) این پرتوها به محدوده‌ای از امواج الکترومغناطیسی با طول موج ۱۰۰ تا ۴۰۰ نانومتر اطلاق می‌شوند که در طیفی بین پرتوهای ایکس و نور مرئی قرار دارند. به‌طور کلی پرتوهای فرابنفش به سه طیف تقسیم می‌شوند: نوع A (۳۱۵ تا ۴۰۰ نانومتر)، نوع B (۲۸۰ تا ۳۱۵ نانومتر) و نوع C (۱۰۰ تا ۲۸۰ نانومتر). گاهی طول موج‌های کم‌تر از ۱۰۰ نانومتر را ناحیه پرتو فرابنفش خلاء (Vacuum Ultraviolet, UVV) می‌نامند. پرتو فرابنفش خلاء پس از انتشار، بلافاصله در هوا جذب می‌شود و پرتوهای خورشیدی طیف C و بیش از ۹۰

درصد طیف B توسط لایه‌های اتمسفر پیرامون زمین به ویژه لایه ازن جذب می‌شوند و به زمین نمی‌رسند اما حدود ۹۵ درصد پرتوهای طیف A که کم‌ترین میزان انرژی را دارند از لایه‌های اتمسفر عبور می‌کنند و به سطح زمین می‌رسند.^(۴-۹)

مواجهه طولانی مدت انسان با پرتوهای فرابنفش خورشیدی ممکن است به ایجاد طیف وسیعی از عوارض بهداشتی حاد و مزمن منجر شود. بیش‌ترین آسیب بهداشتی پرتوهای فرابنفش خورشیدی در سطح زمین به طور عمده از طیف A (حدود ۹۰ درصد) و B (حدود ۱۰ درصد) ناشی می‌شوند.^(۱۰، ۱۱) سرطان پوست، پیری پوستی، واکنش‌های التهابی چشم، آب مروارید و ضعف سیستم ایمنی بدن از عوارض مزمن و آفتاب سوختگی،

است.^(۲۱) قبل از اندازه‌گیری‌ها، دستگاه با منبع فرابنفش استاندارد دوتریم تریتم در سازمان انرژی اتمی کالیبره و تمام اندازه‌گیری‌ها در مهلت کالیبراسیون دستگاه انجام شد. اندازه‌گیری به صورت ماهانه و در هر ماه حداقل به مدت ۱۵ روز در اواسط ماه و در شرایط آب و هوایی مختلف انجام شد. محل اندازه‌گیری‌ها به نحوی انتخاب گردید که هیچ‌گونه مانع زمینی اعم از ساختمان، درخت و غیره در مسیر تابش نور خورشید به حسگر دستگاه نباشد. بدین منظور دستگاه در فاصله یک متری از سطح زمین و در فاصله تقریبی ۲۰ متری از موانع بر روی سه پایه‌ای قابل حمل نصب و حسگر به‌طور دقیق در مقابل خورشید قرار گرفت و حداکثر عدد ثبت شده بر روی صفحه نمایشگر دستگاه خوانده شد. در هر روز، سه مرحله اندازه‌گیری انجام شد: مرحله اول دو ساعت قبل از ظهر، مرحله دوم در هنگام ظهر و مرحله سوم دو ساعت بعدازظهر. برای افزایش دقت سنجش‌ها در هر مرحله پنج بار اندازه‌گیری انجام و میانگین آن‌ها به عنوان سنجش نهایی ثبت گردید. جهت تحلیل داده‌ها از روش‌های آماری توصیفی استفاده شد.

* یافته‌ها:

بیش‌ترین میانگین شدت پرتوهای فرابنفش طیف A و B مربوط به تیرماه و کم‌ترین میانگین شدت آن‌ها در دی‌ماه بود (جدول شماره ۱).

جدول ۱- میانگین شدت پرتوهای فرابنفش خورشیدی

در شهر قزوین به تفکیک ماه

سال	ماه	فرابنفش A (وات بر مترمربع)	فرابنفش B (وات بر مترمربع)
۱۳۹۲	شهریور	۱۹/۱۳±۱/۲۳	۰/۰۹۶±۰/۰۱۶
	مهر	۱۵/۴۴±۱/۰۸	۰/۰۸۱±۰/۰۱۵
	آبان	۱۳/۸۳±۱/۰۵	۰/۰۷۲±۰/۰۱۲
	آذر	۱۱/۳۴±۰/۹۴	۰/۰۵۴±۰/۰۱۰
	دی	۱۰/۳۶±۰/۸۳	۰/۰۴۱±۰/۰۱۰
	بهمن	۱۴/۲±۱/۱۲	۰/۰۶۸±۰/۰۱۲
	اسفند	۱۷/۱۲±۱/۱۴	۰/۰۷۸±۰/۰۱۵
۱۳۹۳	فروردین	۱۸/۲۱±۱/۱۶	۰/۰۸۷±۰/۰۱۵
	اردیبهشت	۲۴/۴۳±۱/۳۲	۰/۱۲۸±۰/۰۱۹
	خرداد	۲۷/۴۴±۱/۷۲	۰/۱۴۱±۰/۰۲۸
	تیر	۲۸/۳۶±۱/۸۸	۰/۱۵۶±۰/۰۳۵
	مرداد	۲۴/۷۱±۱/۴۹	۰/۱۳±۰/۰۲۵

برافروختگی و برنزه شدن پوست از عوارض حاد این پرتوها هستند.^(۱۲) در سال‌های اخیر بروز سرطان‌های پوستی (سلول‌های پایه‌ای، سلول‌های سنگفرش و ملانوم بدخیم) افزایش یافته؛ به طوری که شایع‌ترین بدخیمی در کل دنیا سرطان پوست است.^(۱۳) در ایران نیز سرطان پوست شایع‌ترین نوع سرطان و میزان بروز کل موارد آن حدود ۱۰/۱۳ در صد هزار نفر است.^(۱۴-۱۶) براساس مطالعه‌های همه‌گیرشناسی آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان و سازمان جهانی بهداشت تنها عامل خطر مهم محیطی در ایجاد بدخیمی‌های پوست، پرتوهای فرابنفش خورشیدی هستند که به شدت به رفتارهای انسان در مقابل خورشید وابسته است.^(۱۷،۲)

ویژگی‌های جغرافیایی و اقلیمی ایران را به سرزمینی مستعد برای بروز بیش‌تر سرطان پوست تبدیل کرده است. تاکنون مطالعه‌های متعددی در شهرها و مناطق مختلف ایران از جمله اهواز، اصفهان، یزد و بجنورد در مورد شدت پرتوهای فرابنفش خورشیدی و لزوم حفاظت در برابر این پرتوها انجام شده است.^(۱۸-۲۱) با توجه به اهمیت پایش پرتوهای فرابنفش خورشیدی و شایع بودن سرطان پوست در استان که براساس گزارش کشوری ثبت موارد سرطانی مرکز مدیریت بیماری‌های غیرواگیر وزارت بهداشت میزان شیوع آن به ترتیب ۱۹/۸ درصد در مردان (به عنوان سرطان اول) و ۱۵/۴ درصد در زنان (به عنوان سرطان دوم) گزارش شده است،^(۲۲) مطالعه حاضر با هدف تعیین شدت پرتوهای فرابنفش خورشیدی نوع A و B در شهر قزوین انجام شد.

* مواد و روش‌ها:

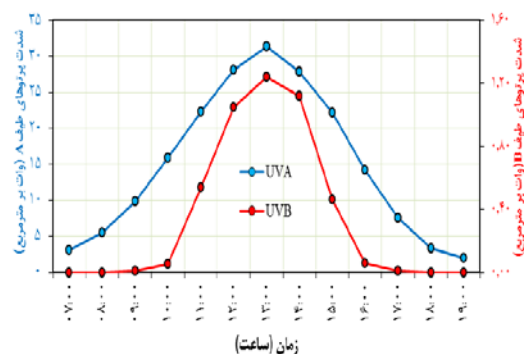
این مطالعه مقطعی از شهریور ماه ۱۳۹۲ تا مرداد ماه ۱۳۹۳ (به مدت یک سال) در شهر قزوین انجام شد. برای اندازه‌گیری شدت پرتوهای فرابنفش خورشیدی طیف A و B از دستگاه پرتوسنج فرابنفش قابل حمل هاگنر ساخت کشور سوئد (مدل EC1 UVA و EC1-X UVB) استفاده شد. این دستگاه کوچک، قابل حمل، با دقت $\pm 4\%$ ، محدوده اندازه‌گیری ۰/۰۰۱ تا ۲۰۰۰ وات بر مترمربع و با آشکارساز از جنس فتودیوهای سیلیکونی

میزان خود می‌رسد. (۲۵ و ۲۴، ۹) سوم این که اُزن آرام‌سپهر (Stratosphere) در یک دوره فصلی تغییرهای زیادی دارد و در عرض‌های جغرافیایی شمالی در فصل تابستان و پاییز مقدار آن کاهش می‌یابد؛ بنابراین با کاهش اُزن، پرتوهای فرابنفش بیش‌تری به سطح زمین می‌رسد. البته تابش پرتوهای طیف A به طور جزئی و تابش پرتوهای طیف B شدیداً تحت تأثیر اُزن قرار می‌گیرد. (۲۶ و ۹)

تغییرهای شدت تابش پرتوهای فرابنفش خورشیدی در طول روز بسیار زیاد و بیش از ۶۵ درصد میزان تابش این پرتوها در محدوده ساعت ۱۱ صبح تا ۱۶ عصر بود. این امر ناشی از تغییر زاویه تابش خورشید بر سطح زمین است. زیرا هنگامی که خورشید در افق بالا می‌رود میزان جذب پرتوهای فرابنفش در آرام‌سپهر و پراکندگی آن‌ها در وردسپهر (Troposphere) کاهش می‌یابد. بنابراین حداکثر تابش پرتوهای فرابنفش در هنگام تابش عمودی خورشید بر سطح زمین (ظهر) اتفاق می‌افتد که با نتایج مطالعه‌های توکلی در اصفهان، بودرجمهری در یزد، غلامی در خرم‌آباد، و اسکمیر در اروپا همخوانی دارد. (۲۸ و ۲۷، ۲۰، ۱۹) هرچند مقایسه بین نتایج اندازه‌گیری پرتوهای فرابنفش خورشیدی در نقاط مختلف به دلیل تفاوت شرایط جوی و موقعیت جغرافیایی آن‌ها سودمند نیست؛ با این حال بیش‌ترین شدت تابش پرتوهای طیف A و B در شهر اهواز به ترتیب با $43/279 \pm 0/101$ و $0/271 \pm 0/095$ وات بر مترمربع در خرداد ماه و کم‌ترین شدت تابش آن‌ها به ترتیب با $20/003 \pm 0/012$ و $0/908 \pm 0/015$ وات بر مترمربع در آذرماه ثبت شده که این مقادیر به ترتیب ۵۲/۸ درصد و ۷۳/۷ درصد از بیشینه مقادیر طیف‌های A و B و ۹۳ درصد و ۱۳۹ درصد از کمینه مقادیر اندازه‌گیری شده در شهر قزوین (مطالعه حاضر) بیش‌تر بوده است. علت این اختلاف مربوط به واقع شدن شهر اهواز در عرض جغرافیایی پایین (نزدیکی به خط استوا) و آب و هوای گرم این شهر است. (۱۸) در مطالعه دیگری که در سال ۱۳۹۰ در شهر همدان انجام شد، حداکثر میانگین شدت پرتوهای طیف A برابر با

در طول یک روز آفتابی در شهر قزوین (به عنوان نمونه ۱۷ مرداد ۱۳۹۳)، بیش‌ترین شدت پرتوهای فرابنفش A و B در ساعت ۱۳ ثبت شد (نمودار شماره ۱).

نمودار ۱: تغییرات شدت پرتوهای فرابنفش طیف A و B در طول یک روز آفتابی در شهر قزوین (۱۷ مرداد ۱۳۹۳)



✱ بحث و نتیجه‌گیری:

این مطالعه نشان داد که بیش‌ترین میزان شدت پرتوهای فرابنفش خورشیدی طیف A و B در فصل تابستان (تیر ماه) و کم‌ترین شدت آن‌ها در فصل زمستان (دی ماه) بود. هرچند پرتوهای فرابنفش طیف A اثرات زیستی کم‌تری نسبت به طیف B در بدن انسان دارند، اما مقادیر بالای آن‌ها نسبت به طیف B از نظر ایجاد اثرات زیستی قابل ملاحظه است. یکی از دلایل عمده افزایش میزان نشر پرتوهای فرابنفش خورشیدی در فصل تابستان نسبت به سایر فصول سال این است که در خارج از نواحی استوایی، حداکثر تابش پرتوهای فرابنفش بر سطح زمین زمانی رخ می‌دهد که خورشید در دورترین فاصله از زمین قرار بگیرد، در نیم‌کره شمالی فاصله خورشید از زمین در تیرماه به حداکثر میزان خود می‌رسد. (۲۳) دومین عامل مؤثر، میزان ابری بودن هواست. گزارش شده است که ابرها از طریق انعکاس، جذب و تفرق پرتوهای فرابنفش سبب کاهش میزان نشر پرتوهای فرابنفش در سطح زمین می‌شوند. بنابراین در ماه‌های خرداد تا شهریور، در آسمان بدون پوشش ابر تابش پرتوهای فرابنفش به حداکثر

خورشیدی و استفاده از روش‌های ساده و عملی محافظت در برابر این پرتوها به مردم داده شود؛ نظیر پوشیدن لباس‌های مناسب، اجتناب از مواجهه با نور خورشید در ساعات‌های نزدیک ظهر (۱۱ صبح تا ۱۶ عصر)، استفاده از کلاه لبه‌دار، عینک آفتابی مناسب و کرم ضدآفتاب.

*سپاس‌گزاری:

نویسندگان از تمامی افرادی که به نحوی در انجام این مطالعه همکاری داشته‌اند، نهایت تشکر و قدردانی را دارند.

*مراجع

1. World Health Organization. Global solar UV index: A practical guide. Geneva: WHO; 2002. 8-15.
2. Lucas R, McMichael T, Smith W, Armstrong B. Solar ultraviolet radiation: global burden of disease from solar ultraviolet radiation, Environmental Burden of Disease Series. Geneva: WHO Report; 2006.
3. United States Environmental Protection Agency (USEPA). A Guide to the UV Index; EPA430-F-04-020. 2004 May.
4. Buntoung S, Choosri P, Dechley A, Masiri I, Wattan R, Janjai S. An investigation of total solar ultraviolet radiation at Nakhon Pathom, Thailand. *Procedia Eng* 2012; 32: 427-32. doi:10.1016/j.proeng.2012.01.1289
5. Jacovides CP, Tymvios ES, Asimakopoulou DN, Kaltsounides NA, Theoharatos GA, Tsitouri M. Solar global UVB (280- 315 nm) and UVA (315-380 nm) radiant fluxes and their relationships with broadband global radiant flux at an eastern Mediterranean site. *Agr Forest Meteorol* 2009; 149: 1188-200. doi: 10.1016/j.agrformet.2009.02.009.

۰۹/۱۰۳±۲۷ وات بر مترمربع و مربوط به شهریور ماه و کم‌ترین میانگین شدت آن‌ها برابر با ۱۱/۸±۱/۳۲ وات بر مترمربع و مربوط به آذر ماه بود که با نتایج مطالعه حاضر تا حدودی همخوانی داشت.^(۲۹) این در حالی است که ارتفاع شهر همدان (۱۸۵۰ متر) از قزوین (۱۲۷۹ متر) بیش‌تر و در عرض جغرافیایی پایین‌تری نسبت به قزوین قرار گرفته و انتظار می‌رفت میزان شدت پرتوهای فرابنفش در شهر همدان بیش‌تر از قزوین باشد. علت وجود این اختلاف می‌تواند مربوط به زیاد بودن تعداد روزهای ابری و اقلیم معتدل شهر همدان باشد.^(۲۹،۳۵) همچنین اندازه‌گیری شدت پرتوهای فرابنفش A در شهر بجنورد (۱۳۹۲) نشان داد که حداکثر میانگین شدت پرتوهای این طیف (۱۲ وات بر مترمربع) مربوط به مرداد ماه و حداقل میانگین شدت آن‌ها (۲ وات بر مترمربع) مربوط به اسفند ماه بود که از شدت تابش پرتوهای طیف A در قزوین بسیار کم‌تر است.^(۳۱)

کمیته بین‌المللی حفاظت در برابر پرتوهای غیریون‌ساز (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, ICNIRP) حدود مجاز مواجهه عمومی پرتوهای فرابنفش A و B را براساس مواجهه ۱۶ ساعته روزانه به ترتیب ۰/۱۷۴ و 5×10^{-4} وات بر مترمربع و براساس مواجهه ۲۴ ساعته به ترتیب ۰/۱۱۶ و 3×10^{-7} وات بر مترمربع اعلام کرده است.^(۳۰) همچنین حد مجاز مواجهه شغلی ایران برای پرتوهای فرابنفش A و B براساس ۸ ساعت کار روزانه به ترتیب ۱/۰۴ و 3×10^{-3} وات بر مترمربع و بسیار کم‌تر از میانگین یافته‌های مطالعه حاضر است.^(۳۱) به عبارت دیگر، میانگین شدت تابش پرتوهای فرابنفش خورشیدی طیف A و B در قزوین در تمام فصول سال بیش‌تر از حدود مجاز مواجهه عمومی و شغلی بود.

با توجه به نتایج به دست آمده از این مطالعه توصیه می‌شود به منظور پیشگیری از آسیب‌های احتمالی، ضمن اطلاع‌رسانی و افزایش آگاهی عمومی، آموزش‌های لازم در خصوص خطر مواجهه بیش از حد با پرتوهای فرابنفش

6. Gies P, Wright J. Measured solar ultraviolet radiation exposures of outdoor workers in Queensland in the building and construction industry. *Photochem Photobiol* 2003 Oct; 78 (4): 342-8.
7. Chubarova NY. UV variability in Moscow according to long term UV measurements and reconstruction model. *Atmos Chem Phys* 2008; 8: 3025-31.
8. Bilbao J, Román R, Yousif C, De Miguel AH. Global, diffuse, direct, and ultraviolet solar irradiance recorded in Malta and atmospheric component influences. *Energy Procedia* 2014; 57: 1206-10. doi: 10.1016/j.egypro.2014.10.108
9. Stamnes K, Stamnes JJ. Transport of solar radiation through the atmosphere: aspects relevant for health. In: *Solar Radiation and Human Health*, The Norwegian Academy of Science and Letters, 2008: 9-22.
10. Barbero FJ, Lopez G, Batlles F. Determination of daily solar ultraviolet radiation using statistical models and artificial neural networks. *Ann Geophys* 2006; 24: 2105-14.
11. Gallagher RP, Lee TK. Adverse effects of ultraviolet radiation: a brief review. *Prog Biophys Mol Biol* 2006 Sep; 92 (1): 119-31.
12. Young AR. Acute effects of UVR on human eyes and skin. *Prog Biophys Mol Biol* 2006 Sep; 92 (1): 80-5.
13. Mobarak-Abadi A, Rajabi R, Khani Y, Almasi-Hashiani A. Epidemiology of skin cancer in Markazi Province, Iran. *Dermatol Cosmet* 2013; 4 (3): 120-6. [In Persian]
14. Nabizadeh R, Salehi S, Younesian M, Naddafi K. Evaluation of the relationship between global ultraviolet index in different regions of Iran with skin cancer in 1383. *Iran J Health Environ* 2010; 2: 258-67. [In Persian]
15. Mirzaei M, Razi S, Ghoncheh M, Mohammadian Hafshejani A, Salehiniya H. Skin cancer incidence rate and trend in 2004-2008 in Tehran province. *Dermatol Cosmet* 2014; 5 (4): 193-9. [In Persian]
16. Iranian Ministry of Health and Medical Education. Iran National Cancer Registry Report 2009-2010.
17. Wakeford R. The cancer epidemiology of radiation. *Oncogene* 2004 Aug 23; 23 (38): 6404-28.
18. Behrooz MA, Seyf F, Fattahi Asl J, Behrooz L. Variation of cosmic ultraviolet radiation measurements in Ahvaz at different months of year. *Sci Med J Ahwaz Jundishapur Univ Med Sci* 2010; 9 (1): 45-51. [In Persian]
19. Tavakoli MB, Shahi Z. Solar ultraviolet radiation on the ground level of Isfahan, Iran. *Iran J Radiat Res* 2007; 5 (2): 101-4.
20. Bouzarjomehriand F, Tsapaki V. Measurement of solar ultraviolet radiation in Yazd, Iran. *Iran J Radiat Res* 2012; 10 (3-4): 187-91.
21. Hokmabadi RA1, Shoja E2. Measurement of cosmic ultraviolet ray intensity (type A) in Bojnurd. *J North Khorasan Univ Med Sci* 2013; 5 (4): 733-9. [In Persian]
22. Ministry of Health and Medical Education, Health Deputy, Center for management of non-communicable diseases. State report of cancer registries. Tehran, Iran: Ministry of Health and Medical Education; 2012 [In Persian]
23. Iranian Ministry of Health and Medical Education, Environmental and occupational health center. A guide to calculation, determination and announcement of ultraviolet index 2014. No; 2050202-0603-1. Tehran, Iran: Ministry of Health and Medical Education; 2014.

24. Hu LW, Gong HZ, Jun Yu D, Gao Q, Wang M, Yan Y, et al. Diurnal variations in solar ultraviolet radiation on horizontal and vertical plane. *Iran J Public Health* 2010; 39 (3): 70-81.
25. Calbo' J, Page` D, Gonzalez JA. Empirical studies of cloud effects on UV radiation: a review. *Rev Geophys* 2005 Jun; 43: 1-25. doi: 10.1029/2004RG000155
26. Kim J, Cho H, Mok J, Yoo H, Cho N. Effects of ozone and aerosol on surface UV radiation variability. *J Photochem Photobiol B* 2013 Feb 5; 119: 46-51. doi: 10.1016/j.jphotobiol.2012.11.007.
27. Gholami M, Yoosefi L. Solar ultraviolet-B radiation monitoring in Khorram Abad city in Iran. *Iran J Radiat Res* 2009; 7 (3): 171-5.
28. Seckmeyer G, Pissulla D, Glandorf M, Henrigues D, Johnsen B, Webb A, et al. Variability of UV irradiance in Europe. *Photochem Photobiol* 2008 Jan-Feb; 84 (1): 172-9. doi: 10.1111/j.1751-1097.2007.00216.x.
29. Rostampour N, Almasi T. Rostampour M, Bayat H, Karimi S. Assessment of Solar Ultraviolet A Radiation in Hamadan City. *J Hamadan Univ Med Sci* 2013; 19 (4): 69-74. [In Persian]
30. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. ICNIRP statement-protection of workers against ultraviolet radiation. *Health Physics* 2010 Jul; 99 (1): 66-87. doi: 10.1097/HP.0b013e3181d81d85908.
31. Center for Environment and Work Health, Environmental Research Institute of Tehran University of Medical Sciences and Health Services. Occupational Exposure Limits (OEL). 3rd ed. Tehran: Institute for Environmental Research; 2011. 151-8. [In Persian]